

آشکارسازی تغییرات دریاچه ارژن استان فارس در بازه زمانی ۱۳۸۳-۱۳۶۶

سمیه بیرانوند^۱، زهرا کمالی^۲

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شیراز s.beyranvand@yahoo.com

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد زمین شناسی تکتونیک، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شیراز

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۱۱/۸ تاریخ تصویب: ۱۳۹۲/۶/۲۱

چکیده

آشکارسازی تغییر، فرآیند شناسایی اختلاف در ویژگی‌های یک عارضه یا پدیده به وسیله مشاهده آن در تاریخ‌های مختلف است که می‌تواند نقش مهمی در برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای داشته باشد. در این پژوهش، به منظور آشکارسازی تغییرات کاربری و پوشش زمین پیرامون دریاچه ارژن استان فارس در بازه زمانی ۱۳۸۳ - ۱۳۶۶ از روش ترکیبی سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده شده است. بدین منظور پس از انجام تصحیحات هندسی و جوی، تصویرهای ماهواره‌ای با استفاده از الگوریتم بیشترین احتمال در چهار رده پهنه آب، زمین زراعی، بوته‌زار و زمین بایر رده‌بندی و نقشه کاربری و پوشش منطقه تهیه شد. سپس به منظور برآورد آماری تغییرات، خروجی داده‌ها با استفاده از روش رده‌بندی پس پردازشی مقایسه شدند. این مطالعه نشان داد تغییر کاربری و پوشش زمین پیرامون دریاچه با تغییر پهنه آب این دریاچه در ارتباط می‌باشد و هر گاه در یک بازه زمانی مساحت پهنه آب کاهش می‌یابد مساحت زمین بایر و پوشش بوته زار افزایش نشان می‌دهد که بیانگر خشک شدن دریاچه است. مقایسه پهنه آب دریاچه در فاصله زمانی ۱۷ ساله نشان دهنده این است که دریاچه ارژن کاهش مساحتی به میزان ۶/۵ کیلومتر مربع داشته است. دقت کلی و ضریب کاپای محاسبه شده برای خروجی داده‌ها نشان می‌دهد همه داده‌ها با دقت بالا رده بندی شده اند.

واژگان کلیدی: آشکارسازی تغییر، کاربری زمین/ پوشش زمین، دریاچه ارژن، لندست.

مقدمه

آشکارسازی تغییر، فرآیند شناسایی اختلاف در ویژگی‌های یک عارضه یا پدیده به وسیله مشاهده آن در تاریخ‌های مختلف است که می‌تواند نقش مهمی در برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای داشته باشد. با استفاده از روش‌های آشکارسازی تغییر در سنجش از دور می‌توان نقشه کاربری و پوشش زمین منطقه راتهی و نرخ تغییرات را مورد بررسی قرار داد. کارایی سنجش از دور در مقایسه داده‌های چند زمانه ماهواره‌ای، این فن‌آوری را به عنوان بهترین ابزار در کشف تغییرات قرار داده است. تصاویر ماهواره‌ای با پوشش وسیع این امکان را فراهم می‌کنند که سطح زمین در مناطق مختلف به طور پیاپی مطالعه شود. یکی از مهمترین روش‌های استخراج اطلاعات

زاگرس (ZFTB) به واسطه فروافتادگی دزفول به دو ایالت فارس و لرستان تقسیم می‌شود. تغییرات ساختاری و توپوگرافی باعث تقسیم بندی این کمربند به دو قلمرو با روندهای SW, NE شده است. این دو قلمرو به ترتیب شامل:

۱- کمربند چین‌خورده ساده (SFB) تا محدوده خلیج فارس بصورت چین‌هایی با طول موج ۱۰۰ کیلومتر بصورت نسبتاً منظم ادامه یافته است این کمربند شامل چندین گسل اصلی پنهان می‌باشد [۷].

۲- زاگرس مرتفع، دارای ارتفاع بیشتری نسبت به کمربند چین‌خورده می‌باشد. این محدوده عمدتاً توسط لایه‌های رسوبی به ضخامتی بیشتر از ۱۰ کیلومتر پوشیده شده است. این لایه‌های رسوبی توسط تشکیلات نمکی هرمز جدا می‌شود، با خصوصیات رفتار نوردپذیر به سن قبل از کامبرین در پایه لایه‌های رسوبی واقع شده است، جدا می‌شود. دشت ارژن از نظر زمین شناسی، یک فروبوم است که توسط گسل ارژن خاوری دارای روند $N55^{\circ}E, 70^{\circ}NW$ و گسل ارژن باختری با روند $N45^{\circ}E, 78^{\circ}SE$ ایجاد شده است این منطقه در موقعیت جغرافیایی باطول خاوری $51^{\circ}11', 54''E - 52^{\circ}36', 57''$ و عرض جغرافیایی شمالی $29^{\circ}21'05'' - 29^{\circ}54'45''N$ قرار گرفته است. و بیشتر بیرون‌زدگی آن از آهک تشکیل شده است و دلیل آن وجود سازندهای آسماری، سروک، پابده و گورپی است [۳].

نقشه زمین شناسی منطقه در شکل (۱) نشان داده شده است. تالاب دشت ارژن از جمله اکوسیستم‌های مهم و با ارزش استان فارس می‌باشد که بیش از ۱۰۰۰ هکتار وسعت دارد و در ۶۵ کیلومتری جنوب باختری شیراز

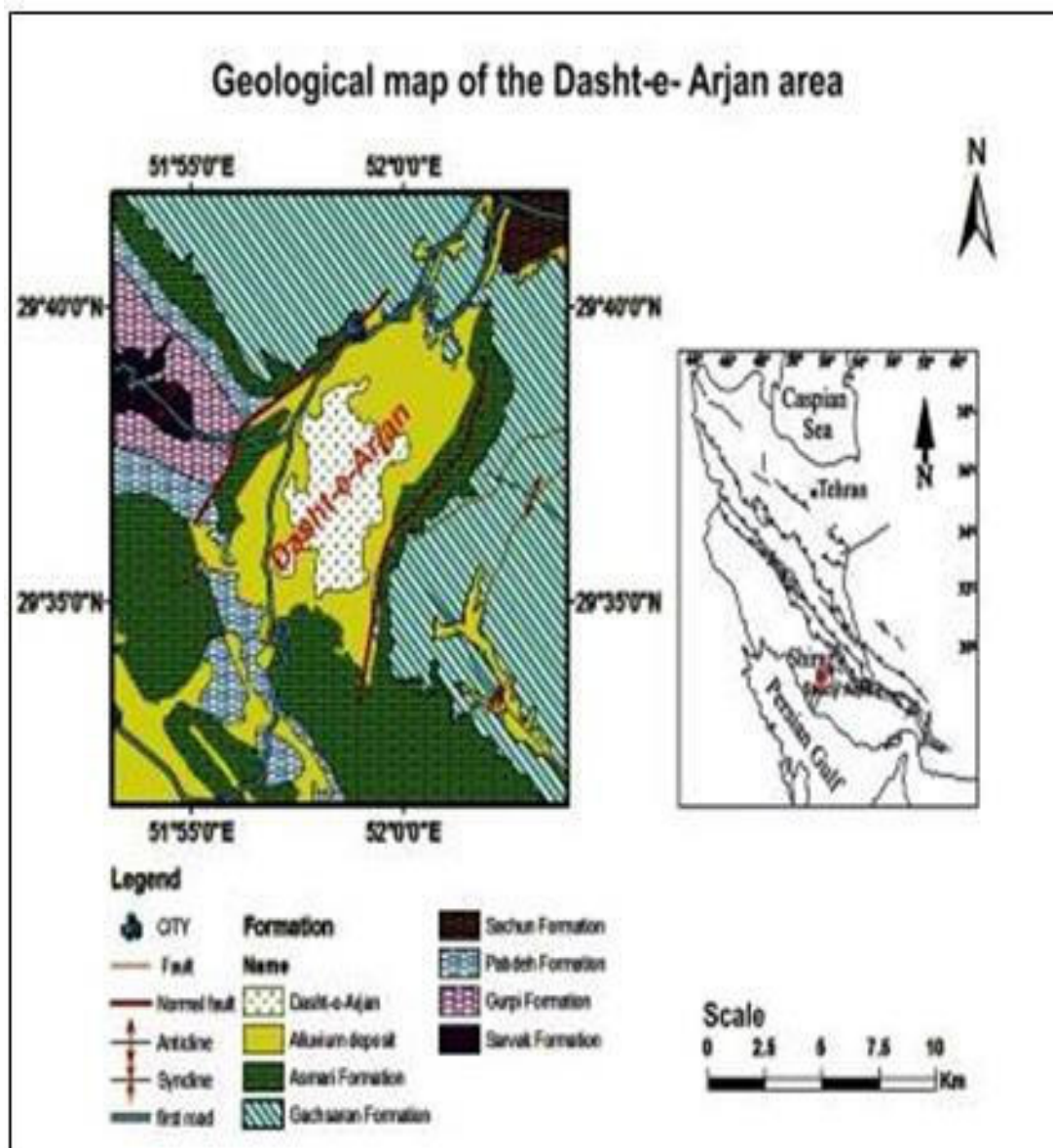
از این تصاویر، رده‌بندی است که امکان تولید اطلاعاتی از قبیل نقشه پوشش و کاربری زمین و در نتیجه ارزیابی تغییرات آن‌ها در گذر زمان را برای کاربران فراهم می‌کند.

در آشکارسازی تغییرات یک منطقه باید در نظر داشت تصاویر مورد استفاده مربوط به یک فصل از سال باشند تا تعیین تغییرات به درستی انجام شود. در این مطالعه از تصاویر سنجنده های TM 1987/05/11, ETM 2000/04/22, ETM 2005/05/03 استفاده و تغییرات پهنه آب دریاچه ارژن و همچنین تغییرات پوشش اطراف این دریاچه در فاصله سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۳ مورد بررسی قرار گرفته است. انتخاب نوع روش و الگوریتم برای ارزیابی و کشف تغییرات کاربری و پوشش زمین با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای به دلیل تاثیر در نتیجه آشکارسازی، اقدامی مهم و اساسی است. در این پژوهش از روش رده بندی بیشترین احتمال برای رده‌بندی تصاویر و از روش مقایسه پس پردازشی، به منظور برآورد آماری تغییرات دریاچه ارژن و محدوده پیرامون آن‌ها استفاده شده است. تا کنون محققان بسیاری با استفاده از این روش به آشکارسازی تغییرات کاربری و پوشش زمین در مناطق مختلف جهان پرداخته اند [10,11,12,25]. همچنین روش ترکیبی سنجنش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی به منظور تعیین مساحت نقشه کاربری و پوشش زمین و آشکارسازی روند تغییرات آن‌ها روشی دقیق و کارآمد است [9,17, 23].

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در زاگرس چین خورده واقع شده است. زاگرس چین خورده بخشی از محدوده چین-تراست زاگرس است، کمربند چین- تراست

قرار گرفته و دارای آب شیرین می باشد و حداکثر عمق این منطقه ۱۰۰ کیلومتر مربع تالاب و حدود ۳۲.۵ کیلومتر آب این تالاب در فصل پر آبی ۸ متر و متوسط عمق ۱ دشت و منطقه کوهستانی می باشد. متر می باشد.

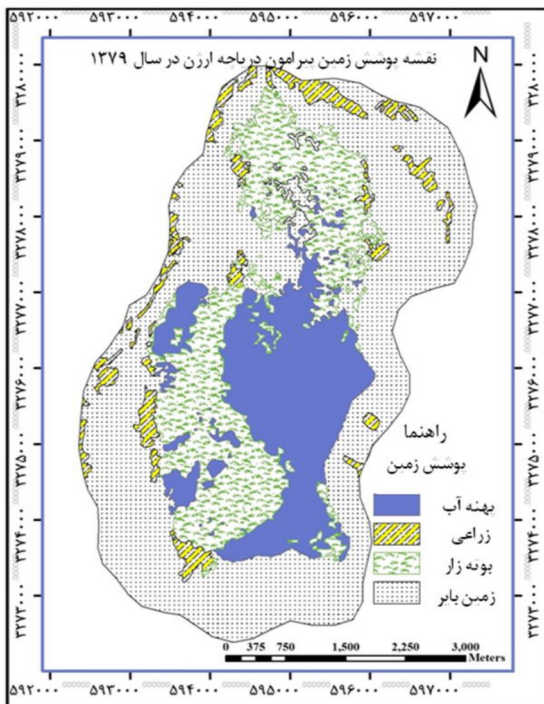


شکل ۱- نقشه زمین شناسی دشت ارژن [۳]

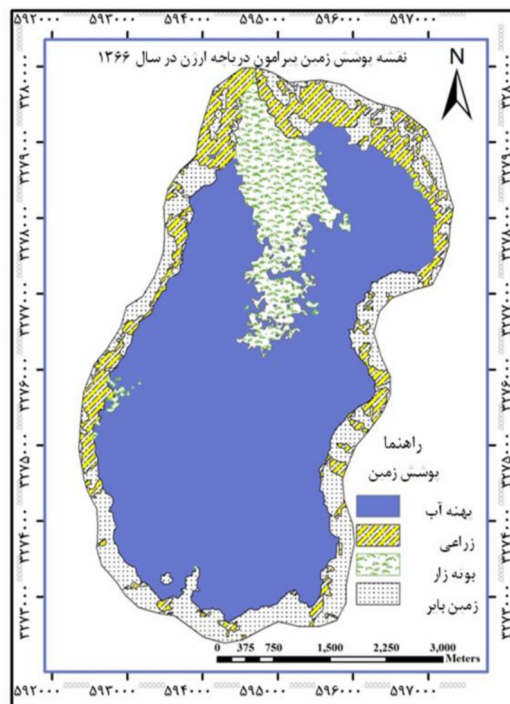
روش کار

در رده‌ها استفاده می‌کند. این روش، خصوصیات آماری رده‌های آموزشی تصویر در هر باند، مانند میانگین و انحراف معیار پیکسل‌ها را در نظر می‌گیرد. این امر در اختصاص پیکسل‌ها به رده‌های مناسب خود، با توجه به ویژگی‌های آماری آن‌ها، یک مزیت به شمار می‌رود. یکی از متداول‌ترین روش‌های رده‌بندی پارامتریک، روش بیشترین احتمال است که در این پژوهش به کار گرفته شده و دقت حاصل از آن محاسبه و بررسی شده است. الگوریتم بیشترین احتمال، هر پیکسل مجهول را به محتمل‌ترین رده اختصاص می‌دهد. این روش، فرض را بر آن می‌گذارد که توزیع داده‌های آموزشی هر رده، به صورت نرمال باشد. در این مقاله تصاویر تاریخ‌های مختلف به چهار رده پهنه آب، پوشش زراعی، بوته‌زار و زمین بایر تقسیم بندی پس از تبدیل فرمت خروجی‌ها به فرمت قابل استفاده در سامانه اطلاعات جغرافیایی، مساحت کاربری و پوشش زمین در هر مقطع زمانی به شکل جداگانه محاسبه شده است. به منظور برآورد آماری تغییرات از روش مقایسه پس پردازشی استفاده شد که متداولترین روش کمی محسوب می‌شود. در این روش، ابتدا تصاویر تاریخ‌های مختلف توسط یکی از روش‌های مرسوم رده‌بندی شده و در پی آن، پیکسل‌های متناظر تصویرها با یکدیگر مقایسه و نتایج عددی در ماتریس آشفتگی ارائه و تحلیل می‌شوند. به منظور آشکارسازی تغییرات در منطقه مطالعاتی، با استفاده از روش مقایسه پس پردازشی، تصاویر دو به دو با هم مقایسه و میزان تغییرات در یک فاصله زمانی ۱۷ ساله محاسبه شد. سپس با استفاده از دقت‌های کلی و ضرایب کاپای، دقت رده‌بندی برای تصاویر مختلف محاسبه شد.

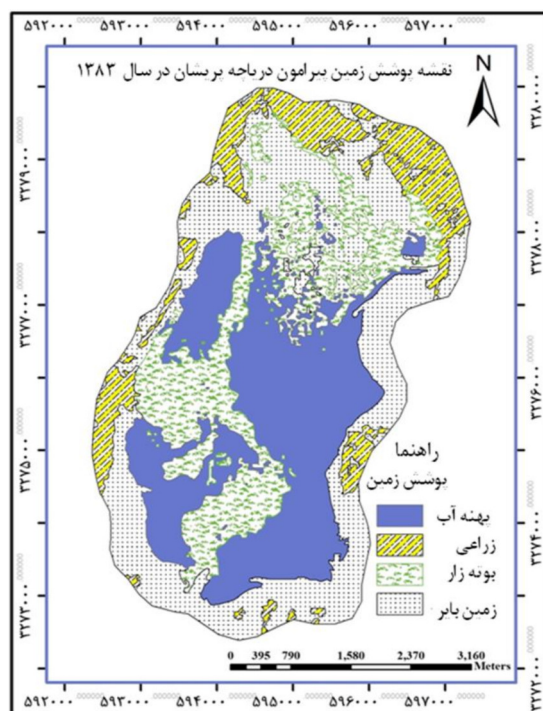
روش‌های آشکارسازی تغییر در سنجش از دور را می‌توان در نقشه‌برداری کاربری و پوشش زمین و تعیین نرخ تغییرات آن مورد استفاده قرار داد. در این تحقیق با استفاده از تصاویر سنجنده‌های TM سال ۱۳۶۶، ETM⁺ سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۳ تغییرات دریاچه ارژن و محدوده پیرامون آن در بازه زمانی ۱۳۸۳-۱۳۶۶ بررسی شده است. از آنجا که در روش‌های آشکارسازی تغییرات، از دو یا چند تصویر استفاده می‌شود و این تصاویر بایستی کاملاً از نظر هندسی بر یکدیگر قابل انطباق باشند، به منظور تصحیح هندسی آنها از روش دو رگه که ترکیبی از روش‌های ترمیم تصویر به نقشه و تثبیت تصویر بر تصویر می‌باشد، استفاده شده است. ابتدا تصویر ETM⁺ سال ۱۳۸۳ بر اساس نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ تصحیح هندسی شده و سپس سایر تصاویر بر این تصویر، تثبیت شدند. برای ایجاد تصویر جدید با استفاده از روش متداول نزدیکترین همسایگی نمونه برداری مجدد انجام شد. خطای جوی نیز باعث می‌شود که ارزش روش‌شنایی پیکسل‌های تصویر از مقدار واقعی آنها فاصله گرفته و در نتیجه منجر به ایجاد خطا در آشکارسازی تغییرات شود. در این مقاله به منظور تصحیح جوی از کالیبراسیون بازتاب نسبی میانگین داخلی استفاده شده و پس از انجام تصحیحات، تصاویر رده بندی شدند. به طور کلی روش‌های رده‌بندی به دسته‌های پارامتریک، غیر پارامتریک و غیر متریک تقسیم‌بندی می‌شود [6]. روش رده‌بندی پارامتریک، توزیع آماری داده‌های آموزشی در رده‌های تصویر را در نظر گرفته و از یک مدل آماری برای توزیع پیکسل‌ها



شکل ۳- نقشه‌های کاربری و پوشش زمین پیرامون دریاچه ارژن تهیه شده با روش رده‌بندی بیشترین احتمال، تصویر ETM سال ۱۳۷۹



شکل ۲- نقشه‌های کاربری و پوشش زمین پیرامون دریاچه ارژن تهیه شده با روش رده‌بندی بیشترین احتمال، برگرفته از تصویر TM سال ۱۳۶۶



شکل ۴- نقشه‌های کاربری و پوشش زمین پیرامون دریاچه ارژن تهیه شده با روش رده‌بندی بیشترین احتمال، تصویر ETM سال ۱۳۸۳

نتایج

۱۳۷۹، ۵ کیلومتر مربع و مساحت دریاچه در سال ۱۳۸۳، ۸ کیلومتر مربع تعیین گردید. نتایج نشان می‌دهند که در سال ۱۳۶۶ دریاچه ارژن دارای بیشترین مساحت پهنه آب بوده و کمترین مساحت پهنه آب مربوط به سال ۱۳۷۹ می‌باشد و در سال ۱۳۸۴ پهنه آب افزایش نشان می‌دهد.

زمین‌های زیر کشت در سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۳ به ترتیب ۲/۵، ۱/۵ و ۳ کیلومتر مربع محاسبه گردید و تعیین تغییرات در بازه زمانی ۱۳۶۶-۱۳۷۹ نشان می‌دهد که این رده کاهش مساحتی به میزان ۱ کیلومتر مربع نشان داده است و در بازه زمانی ۱۳۸۳-۱۳۷۹ زمین‌های زیر کشت افزایشی به میزان ۱/۵ کیلومتر مربع و در یک فاصله زمانی ۱۷ ساله (۱۳۸۳-۱۳۶۶) به میزان ۰/۵ کیلومتر مربع افزایش مساحت نشان داده است. آشکارسازی تغییرات در منطقه همچنین نشان داد که با کاهش پهنه آب دریاچه، زمین بایر افزایش نشان می‌دهد. در سال ۱۳۶۶ که دریاچه دارای بیشینه پهنه آب می‌باشند مساحت این رده ۳/۵ کیلومتر مربع محاسبه گردیده است.

در سال ۱۳۷۹ که دریاچه کاهش مساحت نشان می‌دهد، مساحت زمین بایر ۱۲ کیلومتر مربع محاسبه و در سال ۱۳۸۳ مساحت زمین بایر ۸ کیلومتر مربع تعیین شده است. در بازه زمانی ۱ ساله (۱۳۸۳-۱۳۶۶) رده زمین بایر به میزان ۴/۵ کیلومتر مربع افزایش مساحت داشته است.

جدول ۱ نشان می‌دهد که پوشش بوته زار در سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۳ به ترتیب ۲/۵، ۵/۵ و ۵

پردازش تصاویر ماهواره ای TM سال ۱۳۶۶، ETM^+ سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۳ نقشه کاربری و پوشش زمین پیرامون دریاچه ارژن را در چهار رده پهنه آب، پوشش زراعی، بوته‌زار و زمین بایر برای سال‌های مربوطه به دست داد. شکل‌های ۲ تا ۴ نقشه‌های کاربری و پوشش دریاچه ارژن و پیرامون آن را در سال‌های مختلف نشان می‌دهد نقشه‌های کاربری و پوشش زمین به دست آمده برای سال‌های مورد بررسی نشان می‌دهند که پهنه آب دریاچه به وضوح تغییر یافته و این رده نسبت به دیگر رده‌ها بیشترین تغییر را داشته است. بیشترین مساحت آب در نقشه به دست آمده از تصویر TM سال ۱۳۶۶ و کمترین مساحت آن در نقشه حاصل از تصویر ETM^+ سال ۱۳۷۹ مشاهده می‌شود. تغییر مساحت رده‌های بوته‌زار و زمین بایر در ارتباط با تغییر پهنه آب دریاچه بوده و در بازه زمانی ۱۳۸۳-۱۳۷۹ که پهنه آب دریاچه ها کاهش یافته، این دو رده افزایش مساحت را نشان می‌دهند.

نقشه‌های رده‌بندی تصاویر نشان داد که پهنه آب دریاچه ارژن در بازه زمانی ۱۳۶۶-۱۳۷۹ تغییری به میزان ۹/۵- کیلومتر مربع، و در بازه زمانی ۱۳۸۳-۱۳۷۹، این دریاچه تغییری به میزان ۳ کیلومتر مربع و در مدت ۱۷ سال (۱۳۸۳-۱۳۶۶) کاهش به میزان ۶/۵- کیلومتر مربع داشته است. مساحت پهنه آب دریاچه ارژن در سال ۱۳۶۶، ۱۵/۵ کیلومتر مربع محاسبه شد. مساحت پهنه آب دریاچه برای سال

کیلومتر مربع می باشد و این رده در فاصله زمانی ۱۷ ساله افزایش مساحتی به میزان ۲/۵ کیلومتر مربع را نشان می دهد.

ارزیابی دقت

$$\text{Overall accuracy} = \frac{\text{Orrectly classified totals}}{\text{Reference data totals}} \quad (2)$$

دقت کلی و ضریب کاپا برای تصویر TM سال ۱۳۶۶، به ترتیب ۹۶/۱۹ و ۰/۹۴ درصد، برای تصویر ETM⁺ سال ۱۳۷۹، ۹۸/۵۷ و ۰/۹۸ درصد، برای تصویر ETM⁺ سال ۱۳۸۳، ۹۹/۸۸ و ۰/۹۹ درصد تعیین شد. دقت Producer در مورد هر یک از انواع مناطق تعیین شده در تصویر، از تقسیم تعداد پیکسل‌هایی که توسط روش آشکارسازی تغییر به درستی در آن رده جای داده شده‌اند (عناصر قطری ماتریس آشفتگی)، به کل پیکسل‌های موجود در آن رده در داده‌های مرجع به دست می‌آید. دقت User، از تقسیم تعداد پیکسل‌هایی که توسط روش آشکارسازی تغییر به درستی در آن رده جای داده شده‌اند به کل تعداد پیکسل‌های اختصاص داده شده به آن رده توسط روش آشکارسازی تغییر حاصل می‌شود. ماتریس‌های آشفتگی رده‌بندی تصاویر ماهواره‌ای ETM⁺ 2000، ETM⁺ 2004 در جدول‌های ۲ تا ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که همه دسته داده‌ها با دقت بالا رده‌بندی شده‌اند.

نمونه‌های آموزشی منطقه با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ و ۱/۲۵۰۰۰ و نیز تصاویر ماهواره‌ای تعیین و پس از رده‌بندی داده‌ها، دقت آشکارسازی هر تصویر توسط پارامترهای دقت کلی و ضریب کاپای ماتریس آشفتگی محاسبه شد. ضریب کاپا با استفاده از معادله ۱ محاسبه می‌شود [8].

$$\hat{k} = \frac{n \sum_{i=1}^k n_{ii} - \sum_{i=1}^k n_{i+} n_{+i}}{n^2 - \sum_{i=1}^k n_{i+} n_{+i}} \quad (1)$$

n تعداد کل نقاط (نقاط مرجع)

n_{ii} تعداد پیکسل‌هایی که به درستی در رده مورد نظر قرار دارند.

n_{i+} تعداد پیکسل‌های مرجع موجود در رده

n_{+i} تعداد پیکسل‌های قرار داده شده، در رده مورد نظر توسط روش آشکارسازی تغییر می‌کند. دقت کلی نیز از تقسیم مجموع پیکسل‌هایی که به درستی تقسیم بندی شده به تعداد کل داده‌های مرجع به دست می‌آید (معادله ۲).

جدول ۱- مساحت کاربری‌های زمین در محدوده مطالعاتی بر حسب کیلومتر مربع

بازه زمانی	پهنه آب دریاچه ارژن	پوشش زراعی	پوشش بوته‌زار	زمین بایر
۱۳۶۶-۱۳۷۹	-۹/۵	-۱	۳	۸/۵
۱۳۷۹-۱۳۸۳	۳	۱/۵	-/۵	-۴
۱۳۶۶-۱۳۸۳	-۶/۵	/۵	۲/۵	۴/۵

جدول ۲- ماتریس آشفتگی رده بندی تصویر TM سال ۱۳۶۶ دریاچه ارژن محدوده اطراف آن

رده	بایر	بوته زار	پهنه آب	زمین زراعی	کل
پهنه آب	۰	۰	۸۸	۰	۸۸
زمین زراعی	۰	۵	۰	۵۵	۶۰
بوته زار	۰	۶۸	۰	۰	۶۸
بایر	۷۴	۰	۰	۰	۷۴
رده بندی نشده	۰	۰	۰	۰	۰
کل	۷۴	۷۳	۸۸	۵۵	۲۹۰

جدول ۳- ماتریس آشفتگی رده بندی تصویر ETM⁺ سال ۱۳۷۹ دریاچه ارژن و محدوده اطراف آن

رده	بایر	بوته زار	پهنه آب	زمین زراعی	کل
پهنه آب	۰	۰	۷۲	۰	۷۲
زمین زراعی	۰	۰	۰	۴۴	۴۴
بوته زار	۰	۷۷	۰	۲	۷۹
بایر	۸۴	۰	۰	۰	۸۴
رده بندی نشده	۰	۰	۰	۲	۲
کل	۸۴	۷۷	۷۲	۴۸	۲۸۱

جدول ۴- ماتریس آشفتگی رده بندی تصویر ETM⁺ سال ۱۳۸۳ دریاچه ارژن و محدوده اطراف آن

رده	کل	بایر	بوته زار	پهنه آب	زمین زراعی	کل
پهنه آب	۹۴	۰	۰	۹۴	۰	۹۴
زمین زراعی	۷۰	۲	۰	۰	۶۸	۷۰
بوته زار	۶۲	۰	۶۲	۰	۰	۶۲
بایر	۸۸	۸۸	۰	۰	۰	۸۸
رده بندی نشده	۰	۰	۰	۰	۰	۰
کل	۳۱۴	۹۰	۶۲	۹۴	۶۸	۳۱۴

نتیجه گیری

زیر کشت با تغییر پهنه آب دریاچه مرتبط است، خشک شدن آب دریاچه را می توان عامل اصلی تغییر کاربری و پوشش زمین در منطقه مطالعاتی محسوب کرد. ضرایب کاپا و دقت های کلی حاصل از ماتریس آشفتگی نشان داد که نتایج رده بندی قابل قبول است.

بهره گیری از فن آوری های نوین سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی، مطالعات محیطی و برآورد دقیق، سریع و اقتصادی تغییرات منطقه را ممکن ساخته و در این رابطه داده های ماهواره ای چند زمانه نقش بسزایی دارند.

تقدیر و تشکر

از قطب زمین شناسی زیست محیطی علوم زمین دانشگاه شیراز که بخشی از امکانات این تحقیق را فراهم نموده اند تشکر می نمایم.

منابع

- ۱- ۱۳۴۲ بررسی هیدرولوژی منطقه دشت ارژن (فارس)، گزارش تهیه شده اداره آب منطقه جنوب (فارس)، ۸۴ص.
- ۲- حسینی، ز. محبی، م. ۱۳۷۳. نقشه زمین شناسی شوراب ۱/۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- ۳- فخاری، م. ۱۳۵۸. نقشه زمین شناسی کازرون ۱/۱۰۰۰۰۰، شرکت ملی نفت ایران.

4-Agard, P.& Omradi J.& Jolivet L.& Whitechurch H.& Vrielynck B.& Spakman W.& Monie P.& Meyer B. and Wortel R,

به منظور تعیین تغییرات کاربری و پوشش زمین در محدوده دریاچه ارژن استان فارس الگوریتم بیشترین احتمال بر روی تصاویر ماهواره ای TM سال ۱۳۶۶، ETM⁺ سال های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۳ اجرا و تصاویر دو به دو با هم مقایسه شدند. مطالعه برنامه های توسعه و تغییر کاربری های منطقه نشان می دهد که تغییر مساحت پهنه آب در تغییر مساحت زمین های زیر کشت تاثیر داشته به طوری که در سال ۱۳۷۹ که مساحت پهنه آب کاهش یافته، مساحت زمین های زیر کشت نیز کاهش نشان می دهد. همچنین تغییر مساحت رده های پوشش بوته زار و زمین بایر در ارتباط با مساحت پهنه آب دریاچه بوده به گونه ای که در همه بازه های زمانی با کاهش مساحت آب دریاچه این دو رده افزایش مساحت نشان می دهند. این بررسی نشان داد که هرگاه در یک فاصله زمانی مساحت پهنه آب کاهش می یابد مساحت زمین بایر افزایش نشان می دهد که بیانگر تبدیل بخش هایی از دریاچه به زمین بایر و خشک شدن دریاچه است. آشکارسازی تغییر در بازه زمانی ۱۳۶۶-۱۳۸۳ نشان می دهد که، مساحت پهنه آب دریاچه ارژن کاهش یافته به میزان ۶/۵ کیلومتر مربع و در مقابل مساحت زمین های زیر کشت، زمین بایر و پوشش بوته زار به ترتیب افزایشی به میزان ۵/، ۴/۵ و ۲/۵ کیلومتر مربع داشته است.

همانگونه که در جدول ۱ مشاهده می شود بیشترین تغییرات مربوط به پهنه آب است و از آنجا که تغییر در رده های زمین بایر و پوشش بوته زار و زمین های

- (2011.). Zagros orogeny: a subduction-dominated process, *Geology Magazine* 1-34pp.
- 5-Bayarsaikhan, U. and B. Boldgiv, (2009). Change detection and classification of land cover at Hustai National Park, *International Journal of Applied Earth observation and Geoinformation* 11, 273–280pp.
- 6-Belward, A.S. and C.R.Valenzuela, (1990). Remotesensing and geographical information systemsforresource management in developing countries, *Euro Courses, Remote Sensing*, 509 p.
- 7-Berberian, M, (1995). Master blind thrust faults hidden under the Zagros folds: Active basement tectonics and surface Morpho-tectonics, *Tectonics* 241,793-224pp.
- 8-Congalton, R.G., (1999). Assessing the accuracy of remote sensing data: principle and practices, CRS press, Boca Raton, Florida, 137 p.
- 9- Dewan, A.M. and Y. Yamaguchi, (2009) . Using remote sensing and GIS to detect and monitor land use and land cover change in Dhaka Metropolitan of Bangladesh during 1960-2005, *Environ Monit Assess*, , 150, 1-4, 237-249pp.
- 10- Dewidar, K.H. M., (2003). Detection of land use/ land cover changes for the northern part of the Nile delta(Burullus region), Egypt, *International Journal of Remote Sensing*, 25, 20, 4079-4089pp .
- 11- Doydee, P., (2005) . Coastal land use change detection using remote sensing technique: case study in Banten Bay, west Java Island, Indonesia, *Kasetsart Journal*, 39, 159-164pp.
- 12- Ebenezer, K. B., (2009). Detection of land cover change in the Accra Metropolitan Area(Ghana) from 1990 to 2000, *Royal Institute of Technology*, 76 p.
- 13- Ekercin, S., (2007). Coastline Change Assessment at the Aegean Sea Coasts in Turkey Using Multitemporal Landsat Imagery, *Journal of Coastal Research*, 691–698pp.
- 14- El-Kawy, O.R., A. Rød., J.K. Ismail and H.A. Suliman (2011). Land use and land cover change detection in the western Nile delta of Egypt using remote sensing data. *Applied Geography*, 31, 483-49415pp.
- 15- Jung, R. and . K. L. Y. Felus, (2001). Spatial Modeling And Analysis For Shoreline Change Detection And Coastal Erosion Monitoring. *Marin Geodesy*, 24, 1-12pp.
- 16-Kaiser, M.F., (2009). Environmental changes, remote sensing, and infrastructure development: The case of Egypt’s East Port Said harbor, *ScienceDirect*, 29 2, 280–288pp.
- 17- Kanyamanda, K., (2010). Remote sensing and geographic information system for inferring land cover and land use change in Wuhan(China), 1987-2006, *Journal of Sustainable Development*, 3, 2, 221-229.
- 18- Kushla, J.D. and W.J. Ripple, (1996). An introduction to digital methods in remote sensing of forested ecosystems: focus on the Pacific Northwest, USA, *Environmental Management* 20, 3, 421-435pp.
- 19- Mengistu, D.A. and A.T. Salami, (2007). Application of remote sensing and GIS inland use/land cover mapping and change detection in a partof south western Nigeria, *African Journal of Environment Science andTechnology*, 99-109pp.

- 20- Muzein, B. S., (2006). Remote Sensing & GIS for Land Cover/ Land Use Change Detection and Analysis in the Semi-Natural Ecosystems and Agriculture Landscapes of the Central Ethiopian Rift Valley, 166 p.
- 21- Prakasam, C., (2010). Land use and land cover change detection through remote sensing approach: A case study of Kodaikanal taluk, Tamil nadu, International Journal of Geomatics and Geosciences, 150-158pp.
- 22- Rasuly, A.A., (2010). Monitoring Of Caspian Sea Coastline Changes Using Object-Oriented Techniquis, Environmental Sciences, 416- 426PP.
- 23- Reis, S., (2008). Analyzing Land Use/Land Cover Changes Using Remote Sensing and GIS in Rize, North-East Turkey, Sensors 8(10), 6188-6202pp.
- 24- arkarinejad, K and Azizi,(2008). Slip partitioning and inclined dextral transpression along the Zagros Thrust System, Iran, Journal of Structural Geology 30, 116-136pp.
- 25-Loran, M. and E. Anderson, (2006). The Use Of Multi- Temporal And Detection Analysis Of The Romanian Black Sea Coastal Zone, Journal Of Optoelectronics And Advanced Materials, 8, 1, 252- 256PP.

